Hukum Gerak Newton

A. PENDAHULUAN

- **Hukum gerak Newton** menjelaskan hubungan gaya dan gerak yang diakibatkan oleh gaya tersebut.
- **Hukum gerak Newton** terdiri dari hukum kelembaman, hukum Newton II dan hukum aksi-reaksi.

B. HUKUM NEWTON I

- **Hukum Newton I** (hukum kelembaman/ inersia) menjelaskan:

  > Apabila tidak ada gaya yang bekerja pada suatu benda, maka benda akan tetap diam atau tetap bergerak lurus beraturan.

  dapat dirumuskan:

  $$\Sigma F = 0 \qquad \Sigma F_x = 0 \; ; \; \Sigma F_y = 0$$

- **Menurut hukum Newton I,** suatu benda akan mempertahankan keadaannya jika tidak diberi gaya (tetap diam atau tetap bergerak lurus beraturan).

  Contoh:
  - Ketika mobil digas tiba-tiba, tubuh kita akan terlempar ke belakang karena tubuh kita ingin tetap mempertahankan diam.
  - Ketika mobil direm mendadak, tubuh kita akan terlempar ke depan karena tubuh kita ingin mempertahankan gerak.

C. HUKUM NEWTON II

- **Hukum Newton II** menjelaskan:

  > Percepatan benda diakibatkan oleh gaya, dan percepatan benda itu berbanding lurus dan searah dengan gaya, dan berbanding terbalik dengan massa benda.

  dapat dirumuskan:

  $$a = \frac{F}{m} \qquad F = m.a$$

  F = gaya (N atau kg.m/s^2)
  m = massa benda (kg)
  a = percepatan benda (m/s^2)

- **Resultan gaya** adalah penjumlahan gaya yang sejajar yang dialami suatu benda.
  1) Gaya yang mengarah ke kanan dan ke atas diberi tanda positif.
  2) Gaya yang mengarah ke kiri dan ke bawah diberi tanda negatif.
  3) Benda akan bergerak ke arah yang nilai gayanya lebih besar.

- **Gaya umum** yang dialami oleh benda:
  1) **Gaya berat** (w)

     Adalah gaya yang dialami benda karena percepatan gravitasi. Arah gaya berat menuju pusat bumi. Dapat dirumuskan:

     $$w = m.g$$

     w = gaya berat/berat (N)
     m = massa benda (kg)
     g = percepatan gravitasi (9,8 atau 10 m/s^2)

  2) **Gaya normal** (N)

     Adalah gaya yang dialami benda jika bersentuhan dengan bidang. Arah gaya normal tegak lurus bidang.

  3) **Gaya luar** (F)

     Adalah gaya yang diberikan dari pengaruh luar, misalnya gaya dorong, gaya tarik, dll.

  4) **Tegangan tali** (T)

     Adalah gaya yang timbul pada tali akibat diberi suatu gaya luar. Arah tegangan tali menjauhi benda.

  5) **Gaya gesek** (f)

     Adalah gaya sentuh antara benda dengan bidang geraknya yang berlawanan dengan arah gerak benda. Dapat dirumuskan:

     $$f = N.\mu_k$$

     Gaya gesek secara khusus dibagi menjadi:

     a. Gaya gesek statis (f_s), adalah gaya yang bekerja saat benda diam.

     $$f_s = N.\mu_s$$ fs > fk

     b. Gaya gesek kinetis (f_k), adalah gaya yang bekerja saat benda bergerak.

     $$f_k = N.\mu_k$$ fk < fs

     Dua kemungkinan gerak benda akibat gaya gesek statis:

     a. Jika fs > F luar, maka benda diam dan percepatan 0 m/s^2.

     b. Jika fs = F luar, maka benda akan tepat bergerak.

     c. Jika fs < F luar, maka benda bergerak dan percepatan dipengaruhi gaya luar dan gaya gesek kinetis.



D. HUKUM NEWTON III

- **Hukum Newton III** (hukum aksi-reaksi) menjelaskan:

Jika suatu benda memberi gaya aksi kepada benda lain, maka benda lain itu akan memberi gaya reaksi yang sama kepada benda awal namun berlawanan arah.

dapat dirumuskan:

$$F_{aksi} = -F_{reaksi}$$

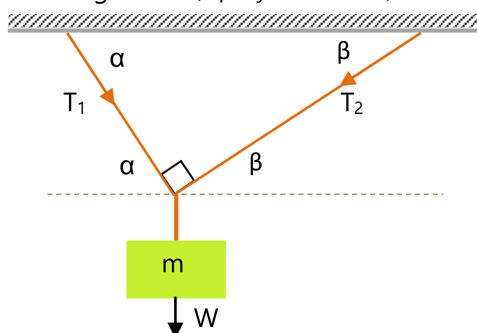
- **Menurut hukum Newton III**:
  1) Aksi-reaksi bekerja pada dua buah benda berbeda.
  2) Aksi-reaksi tidak saling meniadakan satu sama lain.
  3) Aksi-reaksi dapat menyebabkan salah satu atau kedua benda diam atau bergerak.

Contoh:

Ketika bersandar di dinding, kita memberi gaya ke dinding, namun dinding memberi gaya yang sama pula kepada kita.

E. KINEMATIKA GERAK LURUS

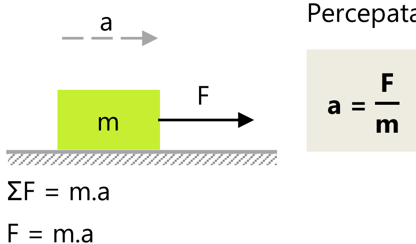
- **Penerapan hukum Newton I** pada kesetimbangan benda tegar misalnya sistem kesetimbangan tali. (dipelajari di Fisika 2)



Berlaku aturan sinus:

$$\frac{T_1}{\sin\alpha} = \frac{T_1}{\sin\beta} = \frac{W}{\sin 90}$$

- **Penerapan hukum Newton II** pada kinematika gerak lurus (bidang dianggap licin):
  1) Benda diberi gaya mendatar



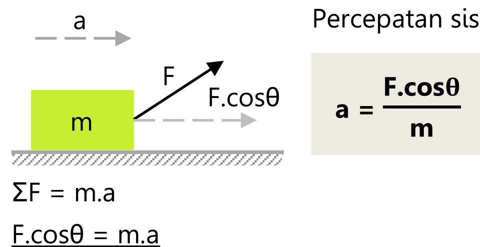
Percepatan sistem:

$$a = \frac{F}{m}$$

$\Sigma F = m.a$

$F = m.a$

  2) Benda diberi gaya mendatar dengan sudut θ



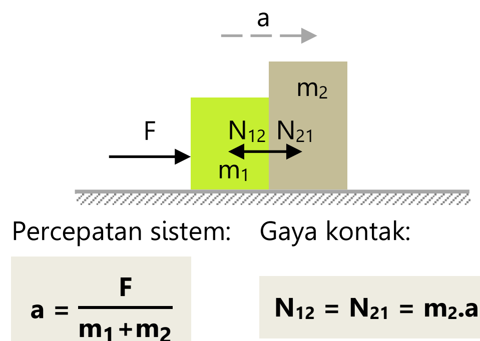
Percepatan sistem:

$$a = \frac{F.\cos\theta}{m}$$

$\Sigma F = m.a$

$F.\cos\theta = m.a$

  3) Dua/lebih benda saling berhimpit dan diberi gaya mendatar



Percepatan sistem:

$$a = \frac{F}{m_1 + m_2}$$

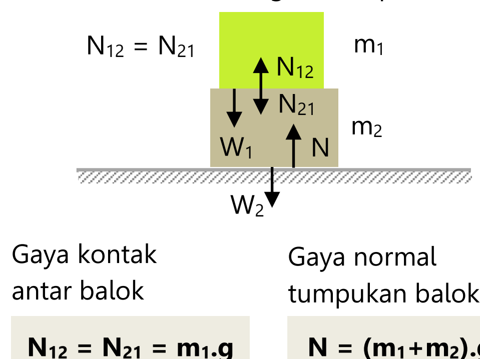
Gaya kontak:

$$N_{12} = N_{21} = m_2.a$$

$\Sigma F = m.a$

$F = (m_1+m_2).a$

  4) Dua/lebih benda saling bertumpuk



Gaya kontak antar balok

$$N_{12} = N_{21} = m_1.g$$

Gaya normal tumpukan balok:

$$N = (m_1+m_2).g$$

Balok 1

$\Sigma F = 0$

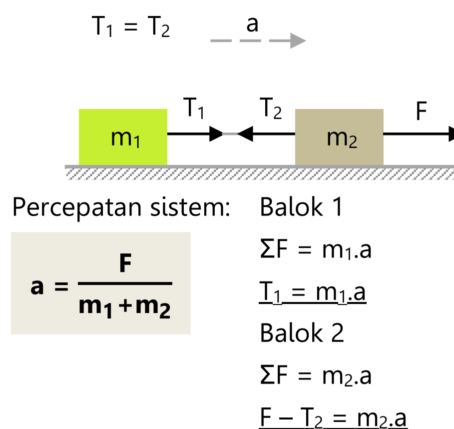
$N_{12} - m_1.g = 0$

Balok 2

$\Sigma F = 0$

$N - m_2.g - N_{21} = 0$

  5) Dua/lebih benda yang terhubung tali diberi gaya tarik



Percepatan sistem:

$$a = \frac{F}{m_1 + m_2}$$

Balok 1

$\Sigma F = m_1.a$

$T_1 = m_1.a$

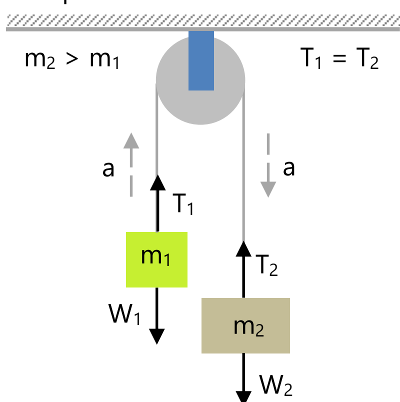
Balok 2

$\Sigma F = m_2.a$

$F - T_2 = m_2.a$



6) Dua benda terhubung tali tergantung pada katrol tetap



Percepatan sistem:

$$a = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}.g$$

Balok 1

$\Sigma F = m_1.a$

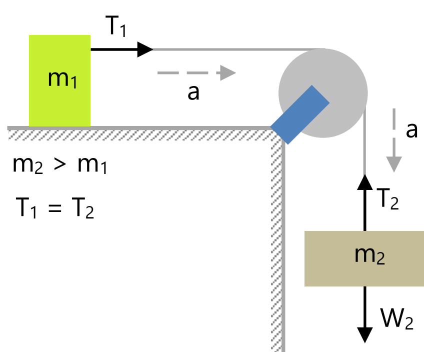
$T_1 - W_1 = m_1.a$

Balok 2

$\Sigma F = m_2.a$

$W_2 - T_2 = m_2.a$

7) Dua benda terhubung tali, salah satu berada pada bidang, salah satu tergantung pada katrol tetap



Percepatan sistem:

$$a = \frac{m_2.g}{m_1 + m_2}$$

Balok 1

$\Sigma F = m_1.a$

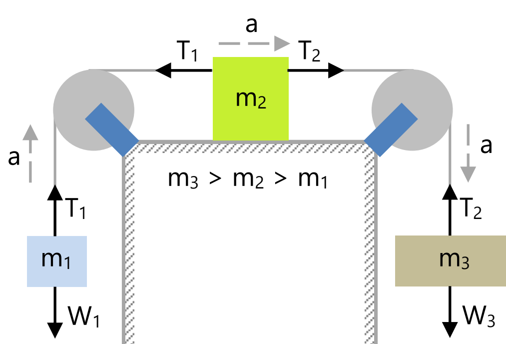
$T_1 - W_1 = m_1.a$

Balok 2

$\Sigma F = m_2.a$

$W_2 - T_2 = m_2.a$

8) Tiga benda terhubung tali, salah satu berada pada bidang, melewati dua katrol tetap, dua lainnya tergantung pada tiap katrol tetap



Percepatan sistem:

$$a = \frac{(m_3 - m_1).g}{m_1 + m_2 + m_3}$$

Balok 1

$\Sigma F = m_1.a$

$T_1 - W_1 = m_1.a$

Balok 2

$\Sigma F = m_2.a$

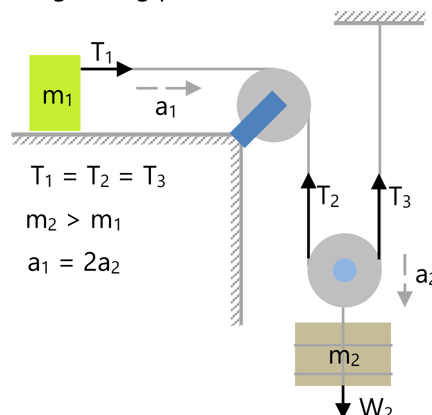
$T_2 - T_1 = m_2.a$

Balok 3

$\Sigma F = m_3.a$

$W_3 - T_2 = m_3.a$

9) Dua benda terhubung tali, salah satu berada pada bidang, melewati katrol tetap, salah satu tergantung pada katrol bebas



Percepatan sistem:

$$a = \frac{m_2.g}{m_1 + m_2}$$

Balok 1

$\Sigma F = m_1.a_1$

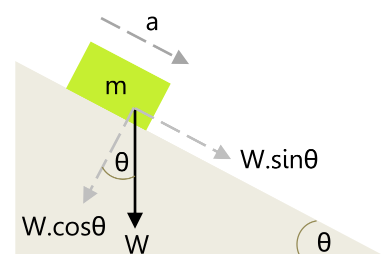
$T_1 = m_1.a_1$

Balok 2

$\Sigma F = m_2.a_2$

$W_2 - T_2 - T_3 = m_2.a_2$

10) Benda berada di atas bidang miring



Percepatan sistem:

$$a = g.\sin\theta$$

Gaya normal:

$$N = W.\cos\theta$$

Sumbu x

$\Sigma F_x = m.a$

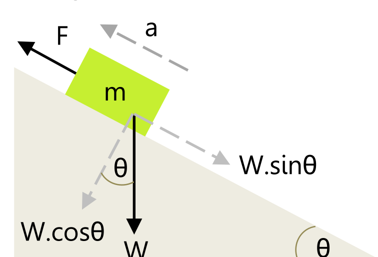
$W.\sin\theta = m.a$

Sumbu y

$\Sigma F_y = 0$

$N - W.\cos\theta = 0$

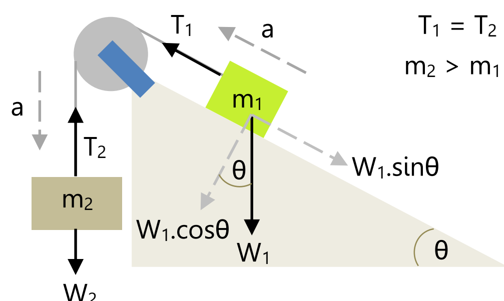
11) Benda berada di atas bidang miring, diberi gaya dorong naik





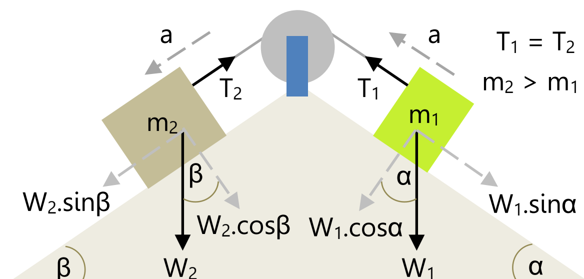
Percepatan sistem:	Gaya normal:
$$a = \frac{F}{m} - g.\sin\theta$$	$$N = W.\cos\theta$$
Sumbu x	Sumbu y
$\Sigma F_x = m.a$	$\Sigma F_y = 0$
$\underline{F - m.g.\sin\theta = m.a}$	$\underline{N - m.g.\cos\theta = 0}$

12) Dua benda terhubung tali, salah satu pada bidang miring, salah satu tergantung pada katrol tetap



Percepatan sistem:	Balok 1
$$a = \frac{(m_2 - m_1.\sin\theta)}{m_1 + m_2}.g$$	$\Sigma F_x = m_1.a$
	$\underline{T_1 - W_1.\sin\theta = m_1.a}$
	Balok 2
	$\Sigma F_x = m_2.a$
	$\underline{W_2 - T_2 = m_2.a}$

13) Dua benda terhubung tali, keduanya pada bidang miring, melewati katrol tetap



Percepatan sistem:

$$a = \frac{(m_2.\sin\beta - m_1.\sin\alpha)}{m_1 + m_2}.g$$

Balok 1	Balok 2
$\Sigma F_x = m_1.a$	$\Sigma F_x = m_2.a$
$\underline{T_1 - W_1.\sin\alpha = m_1.a}$	$\underline{W_2.\sin\beta - T_2 = m_2.a}$

F. KINEMATIKA GERAK MELINGKAR

- **Penerapan hukum Newton II** pada gerak melingkar:

G.M. horizontal dengan tali



Gaya sentripetal pada gerak ini berupa tegangan tali yang menahan benda agar tetap berada pada lintasannya.

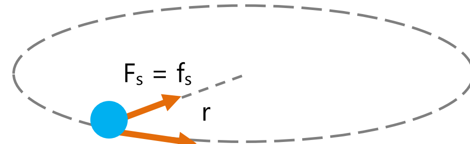
Persamaan umum yang dapat dibentuk:

$$F_s = T \qquad T = \frac{mv^2}{r}$$

Kecepatan maksimum agar tali tidak putus:

$$v_{maks} = \sqrt{\frac{T_{maks}.r}{m}}$$

G.M. horizontal tanpa tali



Gaya sentripetal pada gerak ini berupa gaya gesek statis yang menahan benda agar tidak tergelincir sewaktu berputar.

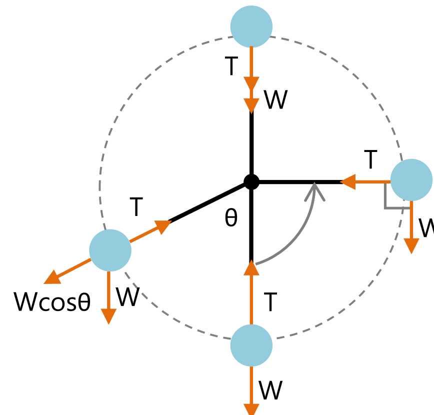
Persamaan umum yang dapat dibentuk:

$$F_s = f_s \qquad \frac{mv^2}{r} = \mu_s.N$$

Kecepatan maksimum agar benda tidak meninggalkan lintasan:

$$V_{maks} = \sqrt{\mu_s.g.r}$$

G.M. vertikal dengan tali



Persamaan umum yang dapat dibentuk:

$$T \pm W\cos\theta = F_s$$

Kecepatan minimum yang dibutuhkan agar benda dapat mencapai titik B dari A adalah:

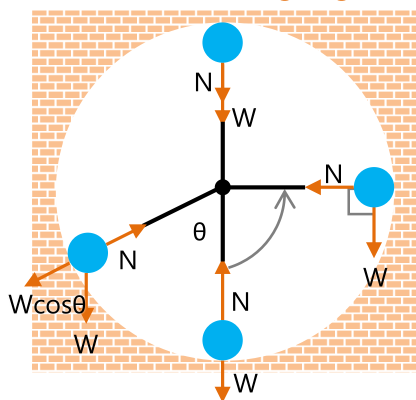
$$v_{min} = \sqrt{2.g.r}$$

Kecepatan minimum yang dibutuhkan agar benda berputar satu lingkaran penuh:

$$v_{min} = \sqrt{5.g.r}$$



G.M. vertikal di dalam bidang lingkaran



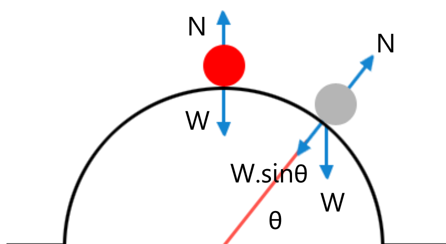
Persamaan umum yang dapat dibentuk:

$$N \pm W\cos\theta = F_s$$

Kecepatan minimum pada C agar benda tidak meninggalkan lintasan:

$$V_{min} = \sqrt{g.r}$$

G.M. vertikal di luar bidang lingkaran



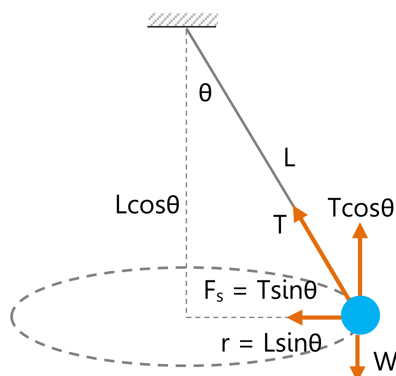
Persamaan umum yang dapat dibentuk:

$$N - W\sin\theta = -F_s$$

Kecepatan minimum agar benda tidak meninggalkan lintasan:

$$V_{maks} = \sqrt{g.r}$$

Ayunan konis



Persamaan umum yang dapat dibentuk:

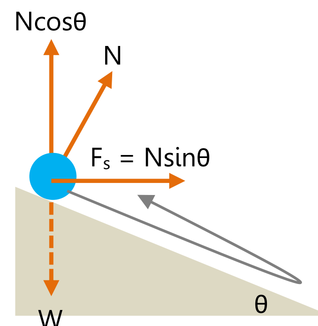
$$W = T\cos\theta \qquad F_s = T\sin\theta$$

$$T = \sqrt{\frac{L\cos\theta}{g}}$$

Kecepatan maksimum agar tali tidak putus:

$$V_{maks} = \sqrt{g.r.\tan\theta}$$

G.M. pada bidang miring atau velodrom



Persamaan umum yang dapat dibentuk:

$$N = \frac{mg}{\cos\theta} \qquad F_s = mg\tan\theta$$

Kecepatan maksimum agar benda tidak meninggalkan lintasan dapat dirumuskan:

$$v_{maks} = \sqrt{g.r.\tan\theta} \qquad v_{maks} = \sqrt{\mu_s.g.r}$$

